

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representation of  
The original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 07020359 A

(43) Date of publication of application: 24.01.95

(51) Int. Cl.

G02B 6/42

(21) Application number: 05163551

(22) Date of filing: 01.07.93

(71) Applicant: NIPPON TELEGR & TELEPH  
CORP <NTT>(72) Inventor: MITOMI OSAMU  
KASATANI KAZUO  
TOMORI YUICHI

## (54) OPTICAL DEVICE

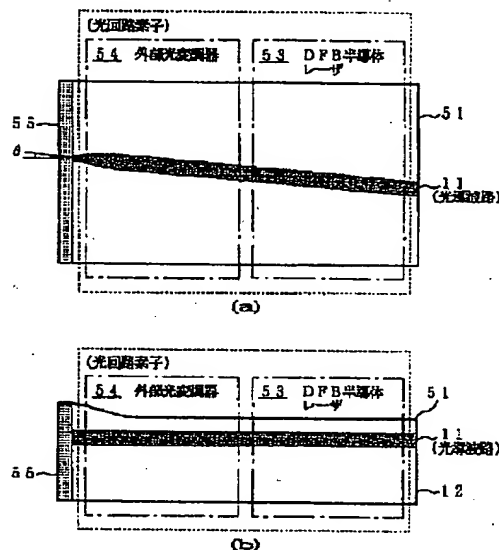
## (57) Abstract:

**PURPOSE:** To sufficiently suppress the fluctuation-component of operation characteristics by reflection at the end face of an optical waveguide by providing the optical device with an optical waveguide which is formed by inclining its optical axis at the end face and gradually expanding or reducing the sectional area in a substrate and an optical circuit element which is optically coupled to the optical waveguide.

**CONSTITUTION:** This optical device is provided with the optical waveguide 11 which is formed to a tapered shape by inclining the optical axis by an angle  $G$  with the plane possessed by an antireflection film 55 on a linearly decreasing sectional area of a core nearer the exit end face from the region of an external optical modulator 54 in place of the conventional optical waveguide. A part of the light introduced from the optical circuit element (DFB semiconductor laser 53, an external optical modulator 54) to the optical waveguide 11 is reflected at its end face and advances backward again in the optical waveguide 11. The light reflects in such a manner is more increased in the incident angle and is more hardly wave-guided as the angle  $\theta$  of inclination of the optical axis of the optical waveguide 11 at the end face is larger; in addition, the reflected light of a large diffraction angle is more hardly wave-

guided in the optical waveguide 11 as the spot size at its end face is larger.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-20359

(43) 公開日 平成7年(1995)1月24日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

G 0 2 B 6/42

識別記号

庁内整理番号

9317-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平5-163551

(22) 出願日 平成5年(1993)7月1日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72) 発明者 三富 修

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 笠谷 和生

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 東盛 裕一

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 古谷 史旺

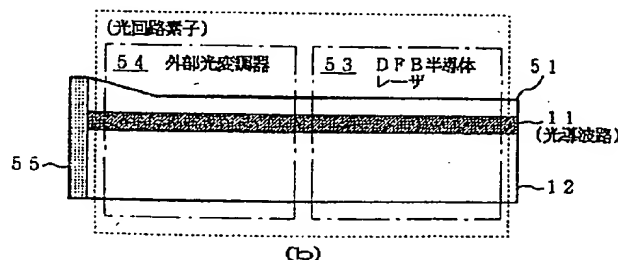
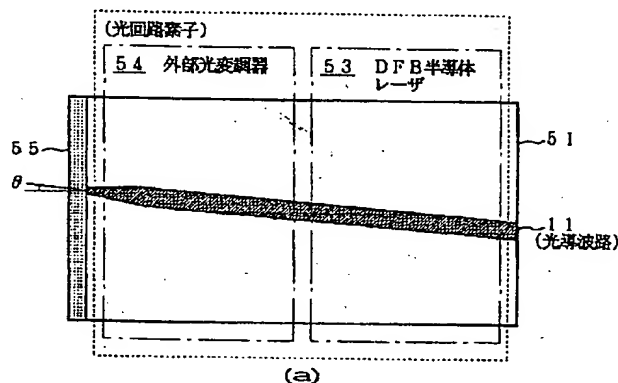
(54) 【発明の名称】 光デバイス

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、光が出射または入射される端面を有する光導波路とその光導波路に光学的に連結された光回路素子とを有する光デバイスに関し、光導波路の端面の反射による動作特性の変動分を十分に抑圧することを目的とする。

【構成】 端面において光軸を傾斜させ、かつ漸次断面積を拡大または縮小させて基板上に形成された光導波路と、光導波路に光学的に結合した光回路素子とを備えて構成される。

本発明の第一の実施例を示す図



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 端面において光軸を傾斜させ、かつ漸次断面積を拡大または縮小させて基板上に形成された光導波路と、

前記光導波路に光学的に結合した光回路素子とを備えたことを特徴とする光デバイス。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光が出射または入射される端面を有する光導波路とその光導波路に光学的に結合された光回路素子とを有する光デバイスに関する。

## 【0002】

【従来の技術】単一基板上に光導波路を形成し、その光導波路を介して種々の光回路素子を結合・配置して構成される光集積回路は、小型軽量化に応じて振動やたわみ等の機械的な外乱による光学的な不安定性が抑圧されて動作特性が改善され、さらに量産性および経済性が高められるために、近年、多く用いられつつある。特に、光導波路型変調器は、光導波路に光ビームを閉じ込めて伝送することにより変調所要電力が小さくて小型であり、かつ広帯域の特性を有して同一基板上における他の素子との結合・集積化に敵した構造を有するために、半導体レーザと組み合わせてモノリシックIC化した光デバイスに多く用いられている。

【0003】図5は、従来の光デバイスの構成例を示す図である。図において、クラッド層51とその下に配置されてクラッドとなる半導体基板（図示されない。）との間には、光導波路52が形成され、その光導波路に沿ってDFB半導体レーザ53と外部光変調器54とが配置される。外部光変調器54の出射口に対応した光導波路52の端部は、上述した半導体基板およびクラッド層51のへき開面に沿って平板状に形成された反射防止膜55を介して外部に光学的に結合される。DFB半導体レーザ53は光導波路52に沿って形成された電極56を有し、外部光変調器54は同様に光導波路52に沿って形成された電極57を有する。

【0004】このような構成の光デバイスでは、DFB半導体レーザ53は、電極56に与えられる所定の電気信号に応じてレーザ光を出射する。このようなレーザ光は、光導波路52を介して外部光変調器54に導かれ、その光導波路内を伝搬する間に電極57に与えられる変調信号に応じて変調されて反射防止膜55を介して出射される。

【0005】また、反射防止膜55は、コーティング等によりその両面に個別に薄膜を形成し、これらの薄膜面からの反射光の光路差を上述したレーザ光の半波長に予め設定することにより、その光路差によって外部光変調器54側への反射光の一部を抑圧する。したがって、反射防止膜55は、DFB半導体レーザ53に対する反射光の入射を抑え、外部光変調器54の変調深度に応じた

2

その反射光の強度および位相の変動分に対して、DFB半導体レーザ53の発振周波数およびレーザ光の出射強度の安定化をはかる。

【0006】さらに、このような反射光の抑圧は、コヒーレント光伝送を行う通信システムでは、送信端において伝送情報に応じて光信号の周波数、位相および振幅が変調され、さらに、受信端においてこのような光信号と局部発振された光信号とをミキシングした後に復調処理が行われるために、特に、十分に行われなければならない。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、このような従来の光デバイスでは、光導波路52のスポットサイズが約1μmと小さいために、上述した光路差を精度よく得るためには高い製造技術が要求され、かつこのような光路差が実現されても回折効果によって反射光の抑圧特性が劣化するために、実際に所望の特性を有する反射防止膜を得ることは極めて難しく、DFB半導体レーザ53の動作特性の安定性を高く保つことができなかった。

【0008】本発明は、光導波路の端面の反射による動作特性の変動分を十分に抑圧できる光デバイスを提供することを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、端面において光軸を傾斜させ、かつ漸次断面積を拡大または縮小させて基板上に形成された光導波路と、光導波路に光学的に結合した光回路素子とを備えたことを特徴とする。

## 【0010】

【作用】本発明にかかわる光デバイスでは、光回路素子から出射され、あるいはその光回路素子を通過して光導波路に導かれた光の一部は、その光導波路の端面で反射されて再び光導波路内を逆方向に進む。しかし、このようにして反射された光は上述した端面における光導波路の光軸の傾斜角が大きいほど入射角が増加して導波され難くなり、かつ光導波路はその端面におけるスポットサイズが大きいほど大きな回折角の反射光が導波し難くなる特性を有する。

【0011】本発明では、このような特性に基づいて端面からの距離に応じて漸次断面積を拡大または縮小させ、かつ端面に対して光軸を傾斜させて光導波路を形成することにより、端面におけるスポットサイズと上述した傾斜角とを設定し、これらの値の組合せに応じて所望の反射減衰量を得る。

【0012】したがって、本発明を適用した光回路素子では、上述した反射により光導波路を介して再入射される光の強度が抑圧されるので、その光に起因して生じる特性の劣化や変動が軽減される。

## 【0013】

【実施例】以下、図面に基づいて本発明の実施例について詳細に説明する。図1は、本発明の第一の実施例を示

10

20

30

40

50

す図である。

【0014】図において、(a)は図5と同様に光導波路の光軸に沿った水平方向の断面図（以下、「上面図」という。）であり、(b)はその光軸にそった垂直方向の断面図である。なお、図5に示すものと構成が同じものについては、同じ参照番号を付与して示し、ここではその説明を省略する。

【0015】本発明の特徴とする構成は、本実施例では、反射防止膜55が有する平面に対して光軸を所定の角度 $\theta$ 傾斜させ、かつ外部光変調器54の領域から出射端面に近づくにしたがってコアの断面積を直線的に減少させてテーパ状に形成された光導波路11が、従来の光導波路52に代えて設けられた点にある。また、参照番号「12」は、クラッド層51と共に導波路11を形成する半導体基板を示す。

【0016】なお、本実施例と請求項1に記載の発明との対応関係については、光導波路11は光導波路に対応し、DFB半導体レーザ53および外部光変調器54は光回路素子に対応する。

【0017】図2は、本実施例の動作原理を説明する図である。以下、図1および図2を参照して本実施例の動作を説明する。上述したようにテーパ状に形成された光導波路11の領域では、出射端面（反射防止膜55）に近づくほどスポットサイズの値が連続的に拡大される。光導波路11内では、一般に、スポットサイズが大きいほど回折角が小さな光が導波し易くなる。さらに、光導波路11の出射端面に発生する反射光は、上述した角度 $\theta$ が大きく設定されるほど、入射角が増加するため光導波路11内を導波し難くなる。

【0018】したがって、角度 $\theta$ が0度であるときの出射端面におけるフレネル反射量を基準とした反射光の相対レベルで定義される反射減衰量 $R_L$ は、上述した2つの特性の理論的な解析結果に基づく近似計算によると、上述した図2①～③に示すように、出射端面のスポットサイズ $W$ の値が大きいほど増加し、かつ角度 $\theta$ に対する変化率も増加する。

【0019】したがって、本実施例では、スポットサイズ $W$ を約5 $\mu\text{m}$ に設定し、かつ角度 $\theta$ を10度に設定することにより、図2に点線で示すようにDFB半導体レーザ53の固有の特性に応じて許容され得る反射減衰量 $\alpha$  ( $>50\text{dB}$ )を達成し、DFB半導体レーザ53の発振周波数およびレーザ光の出射強度を安定化する。

【0020】なお、本実施例では、「テーパ状の光導波路を用いたスポットサイズの変換方法」については、詳述されていないが、本発明は、例えば、IEEE (Photonic Technology Letters, Vol. 5, no. 3, pp. 345-347, 1993.) の論文に記載された種々の単一モード用テーパ導波路構造の何れも適用可能であり、さらに、テーパ部の長さを適正な値に設定することにより、放射損失を十分に抑圧することも可能である。

【0021】図3は、本発明の第二の実施例を示す図である。本図は図5(a)に対応した上面図を示し、図において、図5に示すものと構成が同じものについては、同じ参照番号を付与して示し、ここではその説明を省略する。

【0022】本実施例と図1に示す実施例との構成上の相違点は、出射端面に反射防止膜55を配置せず、かつDFB半導体レーザ53に対応した領域では図5に示す従来例と同様に、出射端面に垂直に形成され、さらに、外部光変調器54に対応した領域で曲がり導波路や全反射鏡を用いた曲がり導波路により出射端面に傾斜させて形成されたテーパ状の光導波路31が、光導波路11に代えて設けられた点にある。

【0023】なお、本実施例と請求項1に記載の発明との対応関係については、光導波路31は光導波路に対応し、DFB半導体レーザ53および外部光変調器54は光回路素子に対応する。

【0024】このような構成の光デバイスでは、光導波路31の光軸は、DFB半導体レーザ53に対応した領域で従来例および図1に示す実施例と同様にして半導体基板の結晶に対してミラー指数[110]の面の方向に形成され、さらに、外部光変調器54に対応した領域で、ミラー指数[-110]で示されるへき開面に形成された出射端面の方向に調整される。

【0025】すなわち、DFB半導体レーザ53に対応した光導波路31の領域が出射端面に対して傾斜させずに形成され、かつその光導波路31が所望のへき開面に形成される出射端面にテーパ状の導波路を介して導かれるので、DFB半導体レーザ53の特性を保ちつつ、図1に示す実施例と同様にして、反射減衰量 $R_L$ が大きな値に設定され、DFB半導体レーザ53の発振周波数およびレーザ光の出射強度が安定化される。

【0026】図4は、本発明の第三の実施例を示す図である。図において、図5に示すものと構成が同じものについては、同じ参照番号を付与して示し、ここではその説明を省略する。

【0027】本実施例の特徴とする構成は、DFB半導体レーザ53に対応した領域に出射端側をテーパ状にして形成されて、かつ直線状の光軸を有する光導波路41と、外部光変調器54に対応した領域に形成されて入射端と出射端とが共にテーパ状に形成され、かつ直線状の光軸を有する光導波路41と、光導波路41、41間の結合部に、これらの光導波路の光軸に対して上述した角度 $\theta$ 傾斜させて物理的・化学的エッチングあるいは機械的加工によって形成された溝42と、光導波路412の出射端にその光導波路の光軸に対して角度 $\theta$ 傾斜させて同様に形成された溝42とを備えた点にある。

【0028】なお、光導波路411の出射端と光導波路412の入射端および出射端とにおけるスポットサイズ

5

については、簡単のため、図1に示す実施例と同様の値(=5 $\mu$ m)に設定され、かつ角度 $\theta$ についても同様にして10度に設定されるものとする。

【0029】また、本実施例と請求項1に記載の発明との対応関係については、光導波路41<sub>1</sub>および溝42<sub>1</sub>(光導波路41<sub>2</sub>および溝42<sub>2</sub>)は光導波路に対応し、DFB半導体レーザ53(外部光変調器54)は光回路素子に対応する。

【0030】このような構成の光デバイスでは、光導波路41<sub>1</sub>、41<sub>2</sub>は、双方の光軸がクラッド層51上で平行となり、かつそれぞれ溝42<sub>1</sub>に対して、その溝の幅と上述した角度 $\theta$ とに応じて光学的に連結されるように配置される。したがって、溝42<sub>1</sub>では、反射による損失を抑圧して光導波路41<sub>1</sub>、41<sub>2</sub>間の効率的な光結合が行われる。

【0031】また、溝42<sub>2</sub>は、光導波路41<sub>2</sub>の射出端において、光軸に対して角度 $\theta$ 傾斜した平面を有して図1に記載の実施例と同様の射出端面を形成する。したがって、光導波路41<sub>1</sub>、41<sub>2</sub>は、半導体基板12上に従来例とほぼ同じ配置関係で形成され、かつ上述した各実施例と同様にしてテーバ状の導波路を介して射出端面に導かれるので、DFB半導体レーザ53および外部光変調器の特性を従来例と同様に保ちつつ、反射減衰量R<sub>L</sub>が大きな値に設定されてDFB半導体レーザ53の発振周波数およびレーザ光の射出強度が安定化される。

【0032】なお、上述した各実施例では、DFB半導体レーザ53と外部光変調器54とを単一基板上に結合・配置してなるモノリシック型の光集積回路について示したが、本発明は、このような光集積回路に限定されず、個々の光回路素子について、入射端面、射出端面および段間の結合部の何れかに光導波路を用いたものであれば、その光回路素子の種類および組合せの如何にかかわらず適用可能である。

【0033】また、上述した各実施例では、矩形的断面を有する光導波路を用いた光デバイスについて示したが、本発明では、このような光導波路に限定されず、所望の光が導波され、かつ端面に発生する反射波について

6

所望の反射減衰量が得られるならば、円形その他の如何なる形状の断面を有する光導波路についても適用可能である。

【0034】さらに、上述した各実施例では、端面におけるスポットサイズを所望の値に設定するために、断面積を直線的に変化させてテーバ状の光導波路を形成したが、本発明では、このような断面積の変化の態様に限定されず、光導波路内における光の導波特性を許容限度内に保ちつつ所望の反射減衰量が得られるならば、非線型に断面積を変化させて形成された光導波路を用いてもよい。

【0035】

【発明の効果】以上説明したように本発明では、光回路素子から出射されたりその素子を通過して光導波路に導かれた光の内、その光導波路の端面で反射して光導波路を介し光回路素子に再入射される光の強度が従来例に比べて小さな値に抑圧される。したがって、本発明を適用した光デバイスでは、上述したように光回路素子に再入射される光に応じて生じる特性の劣化や変動が軽減され、その光回路素子の動作の安定性が高められて性能が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の実施例を示す図である。

【図2】本実施例の動作原理を説明する図である。

【図3】本発明の第二の実施例を示す図である。

【図4】本発明の第三の実施例を示す図である。

【図5】従来の光デバイスの構成例を示す図である。

【符号の説明】

11、31、41、52 光導波路

12 半導体基板

42 溝

51 クラッド層

53 DFB半導体レーザ

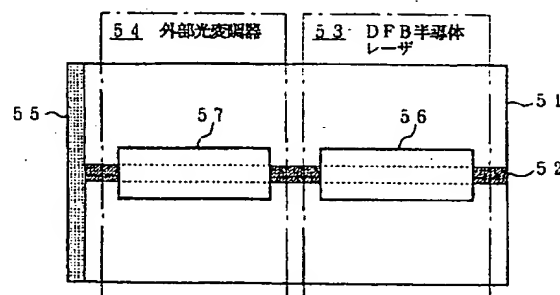
54 外部光変調器

55 反射防止膜

56、57 電極

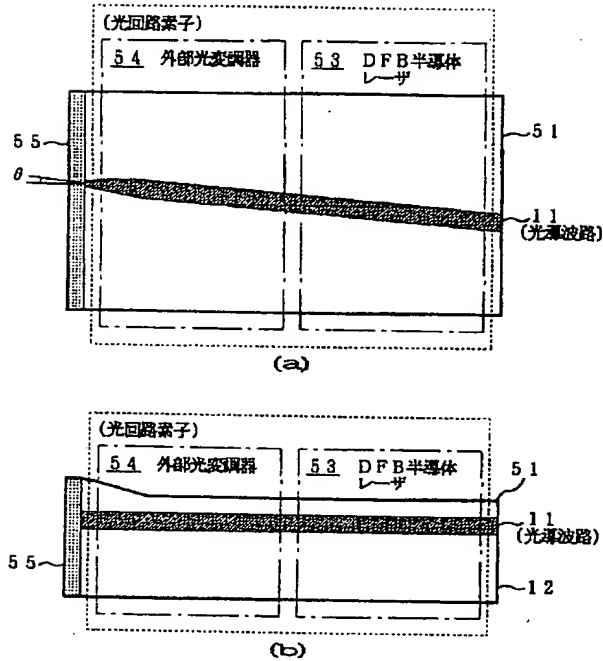
【図5】

従来の光デバイスの構成例を示す図



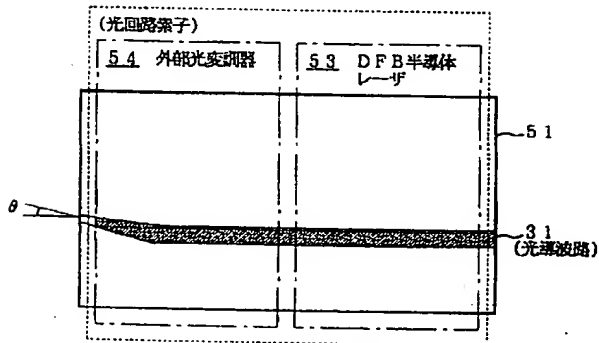
【図1】

本発明の第一の実施例を示す図



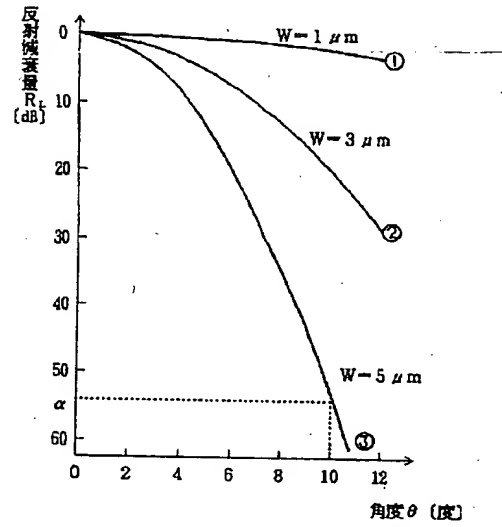
【図3】

本発明の第二の実施例を示す図



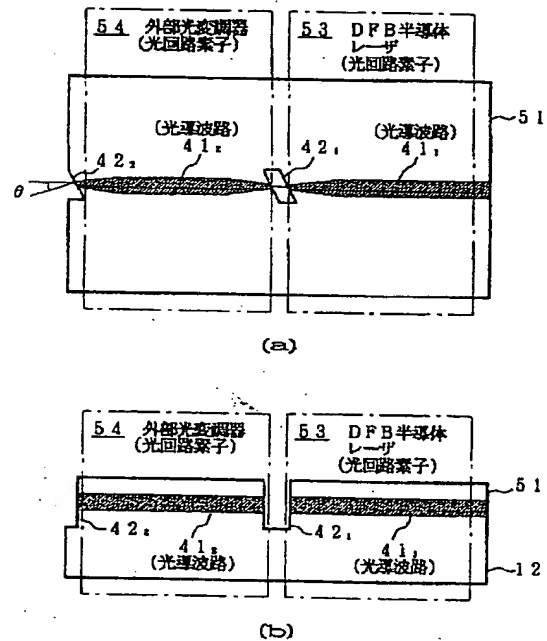
【図2】

本実施例の動作原理を説明する図



【図4】

本発明の第三の実施例を示す図



\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] this invention relates to the optical device which has the optical circuit element by which light was optically connected with the optical waveguide which has an outgoing radiation or the end face by which incidence is carried out, and its optical waveguide.

[0002]

[Description of the Prior Art] An optical waveguide is formed on a single substrate, and since the optical instability by mechanical disturbance, such as vibration and a deflection, is oppressed according to the formation of small lightweight, the operating time current characteristic is improved and mass-production nature and economical efficiency are raised further, many optical integrated circuits constituted by joining together and arranging various optical circuit elements through the optical waveguide are used in recent years. Especially an optical waveguide modulator has the small modulation required power by shutting up and transmitting a light beam to an optical waveguide, is small, and since it has the structure which has the property of a wide band and turned against combination and integration with other elements on the same substrate, they are used. [ to the optical device monolithic-IC-ized combining semiconductor laser ] [ many ]

[0003] Drawing 5 is drawing showing the example of a configuration of the conventional optical device. In drawing, an optical waveguide 52 is formed between the semiconductor substrates (not shown) which are arranged the clad layer 51 and under it and serve as clad, and the DFB semiconductor laser 53 and the external optical modulator 54 are arranged along with the optical waveguide. The edge of an optical waveguide 52 corresponding to the outgoing-radiation opening of the external optical modulator 54 is optically combined outside through the antireflection film 55 formed in plate-like along with the cleavage plane of the semiconductor substrate mentioned above and the clad layer 51. The DFB semiconductor laser 53 has the electrode 56 formed along with the optical waveguide 52, and the external optical modulator 54 has the electrode 57 similarly formed along with the optical waveguide 52.

[0004] In such an optical device of a configuration, the DFB semiconductor laser 53 carries out the outgoing radiation of the laser beam according to the predetermined electrical signal given to an electrode 56. While are led to the external optical modulator 54 through an optical waveguide 52 and spreading the inside of the optical waveguide, according to the modulating signal given to an electrode 57, it becomes irregular, and the outgoing radiation of such a laser beam is carried out through an antireflection film 55.

[0005] Moreover, an antireflection film 55 forms a thin film in the both sides individually by coating etc., and oppresses a part of reflected light by the side of the external optical modulator 54 by the optical path difference by setting it as the half-wave length of the laser beam which mentioned above the optical path difference of the reflected light from these thin film sides beforehand. Therefore, an antireflection film 55 suppresses the incidence of the reflected light to the DFB semiconductor laser 53, and achieves stabilization of the oscillation frequency of the DFB semiconductor laser 53, and the outgoing-radiation intensity of a laser beam to a changed part of the intensity of the reflected light according to the modulation depth of the external optical modulator 54, and a phase.

[0006] Furthermore, with the communication system which performs a coherent optical transmission, in the transmitting edge, the frequency, the phase, and amplitude of a lightwave signal were modulated according to the transmission information, and since recovery processing was performed after mixing further such a lightwave signal and the lightwave signal by which local oscillation was carried out in a receiving edge, such suppression of the reflected light fully had to be performed especially.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, in order for the spot size of an optical waveguide 52 to acquire the optical path difference mentioned above to the about 1 micrometer and parvus sake with a sufficient precision in such a conventional optical device, even if a high manufacturing technology is demanded and the optical path difference like a parenthesis is realized, in order that the suppression property of the reflected light might deteriorate by the diffraction effect, it was very difficult to obtain the antireflection film which actually has a desired property, and it was not able to keep high the stability of the operating time current characteristic of the DFB semiconductor laser 53.

[0008] this invention aims at offering the optical device which can fully oppress a changed part of the operating time



current characteristic by reflex of the end face of an optical waveguide.

[0009]

[Means for Solving the Problem] It is characterized by equipping this invention with the optical waveguide which an optical axis is made to incline in an end face, and is made to expand or reduce the cross section gradually, and was formed on the substrate, and the optical circuit element optically combined with the optical waveguide.

[0010]

[Function] In the optical device in connection with this invention, it is reflected by the end face of the optical waveguide, and a part of light which an outgoing radiation is carried out from an optical circuit element, or passes the optical circuit element, and was led to the optical waveguide progresses the inside of an optical waveguide to an opposite direction again. However, the light reflected by doing in this way becomes that an incident angle increases and waves are hard to be guided so that the tilt angle of the optical axis of an optical waveguide in the end face mentioned above is large, and an optical waveguide has the property which the reflected light of such a big angle of diffraction that the spot size in the end face is large comes to seldom guide waves.

[0011] In this invention, by embracing distance from an end face based on such a property, and making the cross section expand or reduce gradually, and making an optical axis incline to an end face, and forming an optical waveguide, the tilt angle mentioned above with the spot size in an end face is set up, and desired return loss is obtained according to the combination of these values.

[0012] Therefore, in the optical circuit element which applied this invention, since the luminous intensity re-incidence is carried out [ luminous intensity ] through an optical waveguide by the reflex mentioned above is oppressed, the degradation and change of a property which originate in the light and are produced are mitigated.

[0013]

[Example] Hereafter, based on a drawing, the example of this invention is explained in detail. Drawing 1 is drawing showing the first example of this invention.

[0014] drawing -- setting -- (a) the horizontal cross section (henceforth a "plan") which met the optical axis of an optical waveguide like drawing 5 -- it is -- (b) It is the vertical cross section which met the optical axis. In addition, about what has the the same thing and the same configuration which are shown in drawing 5 , the same reference number is given and shown and the explanation is omitted here.

[0015] In this example, the configuration by which it is characterized [ of this invention ] is in the point that the optical waveguide 11 which the cross section of a core is decreased linearly and formed in the shape of a taper was replaced with and formed in the conventional optical waveguide 52 as predetermined does the angle theta inclination of an optical axis to the flat surface which an antireflection film 55 has and it approaches an outgoing-radiation end face from the field of the external optical modulator 54. Moreover, a reference number "12" shows the semiconductor substrate which forms a waveguide 11 with the clad layer 51.

[0016] In addition, about the correspondence relation between this example and invention according to claim 1, an optical waveguide 11 corresponds to an optical waveguide, and the DFB semiconductor laser 53 and the external optical modulator 54 correspond to an optical circuit element.

[0017] Drawing 2 is drawing explaining the principle of operation of this example. Hereafter, an operation of this example is explained with reference to the drawing 1 and the drawing 2 . In the field of the optical waveguide 11 fabricated in the shape of a taper as mentioned above, the value of spot size is continuously expanded so that an outgoing-radiation end face (antireflection film 55) is approached. Within an optical waveguide 11, generally, it becomes easy to guide the light with a small angle of diffraction so that spot size is large. Furthermore, in order that an incident angle may increase, the reflected light generated in the outgoing-radiation end face of an optical waveguide 11 seldom comes to guide waves the inside of an optical waveguide 11, so that angle theta mentioned above is set up greatly.

[0018] Therefore, return loss RL defined by the relative level of the reflected light on the basis of the amount of fresnel reflex in an outgoing-radiation end face in case angle theta is 0 times It increases so that the value of spot-size W of an outgoing-radiation end face is large according to the approximation calculation based on the theoretical analysis result of two properties mentioned above, as shown in drawing 2 \*\* mentioned above - \*\*, and the rate of change to angle theta also increases.

[0019] Therefore, in this example, by setting spot-size W as about 5 micrometers, and setting angle theta as 10 degrees, as a dotted line shows to drawing 2 , return loss alpha (> 50dB) which may be permitted according to the peculiar property of the DFB semiconductor laser 53 is attained, and the oscillation frequency of the DFB semiconductor laser 53 and the outgoing-radiation intensity of a laser beam are stabilized.

[0020] In this example, in addition, about "the conversion technique of spot size using the taper-like optical waveguide" Although not explained in full detail, this invention is IEEE (Photonics Technology Letters, Vol.5, no.3, and pp.345-347.1993.). What \*\* of the various taper waveguide structures for single modes indicated by the paper is also applicable. Furthermore, it is also possible to fully oppress radiation loss by setting the length of the taper section as a proper value.

[0021] Drawing 3 is drawing showing the second example of this invention. This view is drawing 5 (a). The corresponding plan is shown, the same reference number is given and shown in drawing about what has the the same thing and the same configuration which are shown in drawing 5 , and the explanation is omitted here.

[0022] The constitutional difference with the example shown in this example and the drawing 1 It is formed at right

[0034] Further formed in each invention, it is maintaining the waveguide width

[0035] [Effect of the circuit element which passes element through Therefore, in property which are mitigated,

[Translation of  
\* NOTICES  
Japan Patent  
damages  
1. This document  
2. \*\*\*\* shows  
3. In the drawing

#### CLAIMS

[Claim(s)]  
[Claim 1] The in an end face optical circuit

angles to an outgoing-radiation end face like the conventional example which does not arrange an antireflection film 55 to an outgoing-radiation end face, and is shown in drawing 5 in the field corresponding to the DFB semiconductor laser 53. Furthermore, it bends in the field corresponding to the external optical modulator in the point that the waveguide and the optical waveguide 31 of the shape of a taper which bend, and an outgoing-radiation end face is made to incline by the waveguide, and was formed using the total reflection mirror was replaced with and formed in the optical waveguide 11.

[0023] In addition, about the correspondence relation between this example and invention according to claim 1, optical waveguide 31 corresponds to an optical waveguide, and the DFB semiconductor laser 53 and the external optical modulator 54 correspond to an optical circuit element.

[0024] In such an optical device of a configuration, the optical axis of an optical waveguide 31 is adjusted orientation of the outgoing-radiation end face which was formed in the orientation of the field of Miller index [110] to the crystal of a semiconductor substrate like the example shown in the conventional example and drawing 1 in the field corresponding to the DFB semiconductor laser 53, and was further formed in the cleavage plane which is a field corresponding to the external optical modulator 54, and is shown with Miller indices [0025] Namely, since it is led to the outgoing-radiation end face by which it is formed, without the field of optical waveguide 31 corresponding to the DFB semiconductor laser 53 making it incline to an outgoing-radiation end face, and the optical waveguide 31 is formed in a desired cleavage plane through a taper-like waveguide return loss RL like [ maintaining the property of the DFB semiconductor laser 53 ] the example shown in drawing 1.

It is set as a big value and the oscillation frequency of the DFB semiconductor laser 53 and the outgoing intensity of a laser beam are stabilized.

[0026] Drawing 4 is drawing showing the third example of this invention. In drawing, about what has the same thing and the same configuration which are shown in drawing 5, the same reference number is given and the explanation is omitted here.

[0027] optical waveguide 411 which the configuration by which it is characterized [ of this example ] makes an outgoing-radiation one end the shape of a taper, and is formed in the field corresponding to the DFB semiconductor laser 53, and has a straight-line-like optical axis optical waveguide 412 which it is formed in the field corresponding to the external optical modulator 54, and both an incidence edge and an outgoing-radiation edge are formed in the shape of a taper, and has a straight-line-like optical axis optical waveguide 411 and 412 Slot 421 which mentioned above to the optical axis of these optical waveguides to the bond part of a between and which do the angle theta inclination of and was formed of physical chemical etching or the mechanical manipulation. Optical waveguide 412 Slot 422 which an outgoing-radiation edge is made to do the angle theta inclination of optical axis of the optical waveguide, and was similarly formed in it. It is in the point which it had.

[0028] In addition, optical waveguide 411 An outgoing-radiation edge and optical waveguide 412 Since about the spot size in an incidence edge and an outgoing-radiation edge, it shall be set as the same value (=5micrometer) as the example shown in drawing 1, and shall be similarly set as 10 degrees about angle theta.

[0029] Moreover, about the correspondence relation between this example and invention according to claim 1, optical waveguide 411. And a slot 421 (the optical waveguide 412 and slot 422) corresponds to an optical waveguide, and the DFB semiconductor laser 53 (external optical modulator 54) corresponds to an optical circuit element.

[0030] At such an optical device of a configuration, it is an optical waveguide 411 and 412. Both optical waveguides become parallel on the clad layer 51, and it is a slot 421, respectively. It receives, and it is arranged so that they be optically connected according to angle theta mentioned above with the width of face of the slot. Then, about slot 421 A loss according to reflex then is oppressed and it is an optical waveguide 411 and 412. Efficient optical coupling of a between is performed.

[0031] Moreover, slot 422 Optical waveguide 412 In an outgoing-radiation edge, it has the flat surface on which angle theta inclination was done to the optical axis, and the same outgoing-radiation end face as the example shown in drawing 1. an optical waveguide 411 and 412 [ therefore, ] Since it is led to an outgoing-radiation end face through a taper-like waveguide like each example which it is formed by the almost same arrangement relation as the conventional example on the semiconductor substrate 12, and was mentioned above return loss RL, keeping the property of the DFB semiconductor laser 53 and an external optical modulator 54 same as that of the conventional example. It is set as a big value and the oscillation frequency of the DFB semiconductor laser 53 and the outgoing-radiation intensity of a laser beam are stabilized.

[0032] In addition, although each example mentioned above showed the DFB semiconductor laser 53 and external optical modulator 54 on the single substrate about the monolithic type optical integrated circuit comes to carry out combination and arrangement, the modality of the optical circuit element and combination can be concerned how, but this invention can be applied, if it is not limited to such an optical integrated circuit. optical waveguide is used for either of the bond parts of an incidence end face, an outgoing-radiation end face, or an interstage about each optical circuit element.

[0033] Moreover, by this invention, although each example mentioned above showed the optical device of a configuration which has a rectangular cross section, if desired return loss is obtained about the reflection which it is not limited to such an optical waveguide, but a desired light is guided, and is generated in an optical waveguide which is applicable also about the optical waveguide which has the cross section of which configuration of circuit element is not limited to such an optical waveguide.